

10/550526

DOCKET NO.: 278631US26XPCT

JC20 Rec'd PCT/PTO 22 SEP 2004

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hideo MITA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP04/04226

INTERNATIONAL FILING DATE: March 25, 2004

FOR: PULSE TUBE REFRIGERATING MACHINE

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTIONCommissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

COUNTRY
Japan**APPLICATION NO**
2003-085650**DAY/MONTH/YEAR**
26 March 2003

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP04/04226. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Steven P. Weihrouch
Attorney of Record
Registration No. 32,829
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number
22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

25. 3. 2004

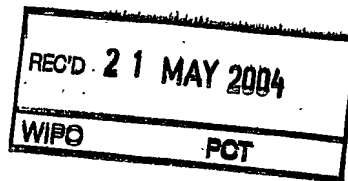
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月26日
Date of Application:

出願番号 特願2003-085650
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-085650]

出願人 アイシン精機株式会社
Applicant(s): 東海旅客鉄道株式会社

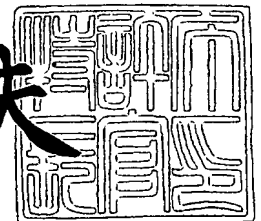


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P000013874

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F25B 9/00

【発明の名称】 パルス管冷凍機

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 2丁目 1番地 アイシン精機株式会社
社内

【氏名】 三田 英夫

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 2丁目 1番地 アイシン精機株式会社
社内

【氏名】 山田 豊久

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目 1番 4号 東海旅客鉄
道株式会社内

【氏名】 五十嵐 基仁

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目 1番 4号 東海旅客鉄
道株式会社内

【氏名】 奥富 健志

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目 1番 4号 東海旅客鉄
道株式会社内

【氏名】 桑野 勝之

【特許出願人】

【識別番号】 000000011
【氏名又は名称】 アイシン精機株式会社
【代表者】 豊田 幹司郎

【特許出願人】

【識別番号】 390021577
【氏名又は名称】 東海旅客鉄道株式会社
【代表者】 葛西 敬之

【代理人】

【識別番号】 100081776
【弁理士】
【氏名又は名称】 大川 宏
【電話番号】 (052)583-9720

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009438
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パルス管冷凍機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、
圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされたパルス管と、

前記圧力波形発生装置と前記パルス管との間に設けられ前記パルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、

前記パルス管の高温端に連通するバッファタンクをもち冷媒ガスの圧力波形の位相を前記パルス管の低温端における冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

前記パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

前記バッファタンクは、前記真空断熱槽の前記真空断熱室内に配置されていることを特徴とするパルス管冷凍機。

【請求項 2】 冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされたパルス管と、

前記圧力波形発生装置と前記パルス管との間に設けられ前記パルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、

前記パルス管の高温端に前記パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつイナータンスチューブを介して連通するバッファタンクをもち冷媒ガスの圧力波形の位相を前記パルス管の低温端における冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

前記パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

前記イナータンスチューブは、前記真空断熱槽の前記真空断熱室内に配置されていることを特徴とするパルス管冷凍機。

【請求項 3】 冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされた第1パルス管と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が前記第1パルス管の低温端よりも低温となる低温端で他端が高温端とされた第2パルス管と、

前記圧力波形発生装置と前記第1パルス管及び前記第2パルス管との間に設けられ前記第1パルス管及び／又は前記第2パルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、

前記第1パルス管の高温端に前記第1パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第1イナータンスチューブを介して連通する第1バッファタンクと、前記第2パルス管の高温端に前記第2パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第2イナータンスチューブを介して連通する第2バッファタンクとをもち、冷媒ガスの圧力波形の位相を冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

少なくとも前記第2パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

前記第1パルス管の低温端に熱的に接触して前記第1パルス管の低温端からの冷凍で冷却される冷却要素を設け、前記冷却要素を前記第2イナータンスチューブに熱的に接触させていることを特徴とするパルス管冷凍機。

【請求項4】冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされた第1パルス管と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が前記第1パルス管の低温端よりも低温となる低温端で他端が高温端とされた第2パルス管と、

前記圧力波形発生装置と前記第1パルス管及び前記第2パルス管との間に設けられ前記第1パルス管及び／又は前記第2パルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、

前記第1パルス管の高温端に前記第1パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第1イナータンスチューブを介して連通する第1バッファタンクと、前記第2パルス管の高温端に前記第2パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第2イナータンスチューブを介して連通する第2バッファタンクとをもち、冷媒

ガスの圧力波形の位相を冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、
少なくとも前記第 2 パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

前記第 1 パルス管の低温端に熱的に接触して前記第 1 パルス管の低温端からの冷凍で冷却される冷却要素を設け、前記冷却要素を前記第 2 バッファタンクに熱的に接触させていることを特徴とするパルス管冷凍機。

【請求項 5】冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされた第 1 パルス管と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が第 1 パルス管の低温端よりも低温となる低温端で他端が高温端とされた第 2 パルス管と、

前記圧力波形発生装置と前記第 1 パルス管及び前記第 2 パルス管との間に設けられ前記第 1 パルス管及び前記第 2 パルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、

前記第 1 パルス管の高温端に前記第 1 パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第 1 イナータンスチューブを介して連通する第 1 バッファタンクと、前記第 2 パルス管の高温端に前記第 2 パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第 2 イナータンスチューブを介して連通する第 2 バッファタンクとをもち、冷媒ガスの圧力波形の位相を冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

少なくとも前記第 2 パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

前記第 2 イナータンスチューブの少なくとも一部を前記第 1 パルス管の低温端に熱的に接触させていることを特徴とするパルス管冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は極低温を生成するパルス管冷凍機に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来技術として、図 8（特許文献 1：特開平 9-296963 号公報）に示されるパルス管冷凍機が知られている。このパルス管冷凍機は、図 8 に示すように、圧縮機 121 と、低圧供給弁 122、124、126 と、高圧供給弁 123、125、127 と、第 1 パルス管 107 と、第 2 パルス管 117 と、第 1 蓄冷器 103 と、第 2 蓄冷器 13 とをもつ。第 1 パルス管 107 は高温端 107 H、低温端 107 L をもつ。より低温側の第 2 パルス管 117 は高温端 117 H、低温端 117 L をもつ。

【0003】

このパルス管冷凍機によれば、第 2 パルス管 117 の高温端 117 H は室温部に設けられており、大気によって冷却されている。このため、第 2 パルス管 117 の容積が大きくなるため、冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を高めるには限界があり、このため第 2 パルス管 117 の一端側である低温端で発生する冷凍能力を高めるには限界があった。

【0004】

またこのパルス管冷凍機によれば、第 2 パルス管 117 の高温端 117 H から室温以上の暖かいガスが第 2 パルス管 117 の低温端に流入するため、この意味においても、第 2 パルス管 117 の低温端 117 L で発生する冷凍能力を高めるには限界があった。

【0005】

また、従来技術として、図 9 に示される文献（非特許文献 1：Cryocoolers 11, P189 ~198 Design and Test of the NIST/Lockheed Martin Minutature Pulse Tube Flight Cryocooler）に開示されているパルス管冷凍機がある。このパルス管冷凍機は、図 9 に示すように、圧縮機 209 と、第 1 パルス管 201 と、第 2 パルス管 203 と、第 1 蓄冷器 207 と、第 2 蓄冷器 206 と、オリフィス 300、301、302 とをもつ。第 1 パルス管 201 は高温端 201 H、低温端 201 L をもつ。より低温側の第 2 パルス管 203 は高温端 203 H、低温端 203 L をもつ。

【0006】

このパルス管冷凍機によれば、第 2 のパルス管 203 の高温端 203 H が、第

1 パルス管 201 の低温端 201 L に接続して設けられている。このため、第 2 のパルス管 203 の高温端 203 H が、第 1 パルス管 201 で発生する冷凍で冷却されるが、第 2 パルス管の高温端 203 H は、第 1 パルス管 201 の低温端 201 L に設けられているだけであり、冷媒ガスのガスの圧縮比が大きくても、第 2 パルス管 203 の低温端 203 L では良好な冷凍能力が得られない。

【0007】

【特許文献 1】

特開平 9-296963 号公報

【特許文献 2】

Cryocoolers 11, P189 ~198 Design and Test of the NIST/Lockheed Martin Minutature Pulse Tube Flight Cryocooler

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記した実情に鑑みてなされたものであり、冷凍能力を高めるのに有利なパルス管冷凍機を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

(1) 第 1 様相の本発明のパルス管冷凍機は、
冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、
圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされたパルス管と、

圧力波形発生装置とパルス管との間に設けられパルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、

パルス管の高温端に連通するバッファタンクをもち冷媒ガスの圧力波形の位相をパルス管の低温端における冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

バッファタンクは、真空断熱槽の真空断熱室内に配置されていることを特徴と

するものである。

【0010】

第1様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、バッファタンクはパルス管と共に真空断熱槽の真空断熱室内に配置されている。このためバッファタンクに大気の熱が進入することが抑制される。よってバッファタンク内の冷媒ガスを低温に維持することができる。このため冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を高くすることができ、パルス管の低温端で発生する冷凍量は大きくなり、パルス管冷凍機の冷凍能力を高めるのに有利となる。

【0011】

第1様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、第1バッファタンク及び第2バッファタンクが設けられているときには、低温側の第2バッファタンクを真空断熱槽内に配置することができる。

【0012】

なお、各様相の本発明によれば、圧力波形発生装置は、冷媒ガスの圧力波形を生成するものであり、圧縮機を用いて形成できる。蓄冷器は、圧力波形発生装置とパルス管との間に設けられており、パルス管に流入させる冷媒ガスを冷却する機能を有するものである。蓄冷器は、金属等の熱容量の大きな材料を用いて形成できる。

【0013】

各様相の本発明によれば、真空断熱槽の真空断熱室内は高真空状態に維持されており、真空断熱を図り得る。この場合、高真空状態としては 10^{-3} Torr以下（ $\cong 133 \times 10^{-3}$ Pa以下）を例示でき、より好ましくは 10^{-4} Torr以下（ $\cong 133 \times 10^{-4}$ Pa以下）を例示できる。

【0014】

(2) 第2様相の本発明のパルス管冷凍機は、
冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、
圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされたパルス管と、

圧力波形発生装置とパルス管との間に設けられパルス管に流入させる冷媒ガス

を予冷する蓄冷器と、

パルス管の高温端にパルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつイナータンスチューブを介して連通するバッファタンクをもち冷媒ガスの圧力波形の位相をパルス管の低温端における冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

イナータンスチューブは、真空断熱槽の真空断熱室内に配置されていることを特徴とするものである。

【0015】

第2様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、パルス管の高温端の冷媒ガスは、パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつイナータンスチューブを介してバッファタンクに対して流入及び流出する。このとき冷媒ガスの圧力波形の位相は調整され、パルス管の低温端における冷凍を良好に生成される。イナータンスチューブは、バッファタンクとともに、冷媒ガスの位相と圧力振幅とを調整する圧力波形位相制御要素として機能するものである。冷媒ガスの圧力波形の位相を調整する機能を有する観点において、イナータンスチューブは、電気回路との対応を考えた場合に、電気回路におけるインダクタンスに相当する機能を奏するものである。

【0016】

第2様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、イナータンスチューブはパルス管と共に真空断熱槽の真空断熱室内に配置されている。このためイナータンスチューブに大気の手が進入することが抑制される。よってイナータンスチューブを流れる冷媒ガスを低温に維持することができる。このため冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を高くすることができ、パルス管の低温端で発生する冷凍量は大きくなり、パルス管冷凍機の冷凍能力を高めるのに有利となる。

【0017】

殊に、イナータンスチューブを流れる冷媒ガスが低温であると、イナータンスチューブの流路抵抗が小さくなり、イナータンスチューブ内を流動するガスの粘性損失を小さくできる。その結果、パルス管の高温端に流動する冷媒ガスの位相

とガス量とを良好にすることができるので、冷凍能力が増大する。

【0018】

第2様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、第1バッファタンクに連通する第1イナータンスチューブ、第2バッファタンクに連通する第1イナータンスチューブが設けられているときには、低温側の第2イナータンスチューブを真空断熱槽内に配置することができる。

【0019】

(3) 第3様相の本発明のパルス管冷凍機は、
冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、
圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされた第1パルス管と、
圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が第1パルス管の低温端よりも低温となる低温端で他端が高温端とされた第2パルス管と、
圧力波形発生装置と第1パルス管及び第2パルス管との間に設けられ第1パルス管及び／又は第2パルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、
第1パルス管の高温端に第1パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第1イナータンスチューブを介して連通する第1バッファタンクと、第2パルス管の高温端に第2パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第2イナータンスチューブを介して連通する第2バッファタンクとをもち、冷媒ガスの圧力波形の位相を冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

少なくとも第2パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

第1パルス管の低温端に熱的に接触して第1パルス管の低温端からの冷凍で冷却される冷却要素を設け、冷却要素を第2イナータンスチューブに熱的に接触させていることを特徴とするものである。

【0020】

第3様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、パルス管の高温端の冷媒ガスは、パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつイナータンスチューブを介してバッファタンクに対して流入及び流出する。このとき冷媒ガスの圧力波形の位相

は調整され、パルス管の低温端における冷凍を良好に生成される。イナータンスチューブは、バッファタンクとともに、冷媒ガスの位相と圧力振幅とを調整する圧力波形位相制御要素として機能するものである。冷媒ガスの圧力波形の位相を調整する機能を有する観点において、イナータンスチューブは、電気回路との対応を考えた場合に、電気回路におけるインダクタンスに相当する機能を奏するものである。

【0021】

更に、第1パルス管の低温端に熱的に接触して第1パルス管の低温端からの冷凍で冷却される冷却要素が設けられている。このため冷却要素は、第1パルス管の低温端の冷凍で冷却される。

【0022】

更に第3様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、冷却要素を第2イナータンスチューブに熱的に接触させているため、第1パルス管の低温端からの冷凍で第2イナータンスチューブは冷却される。このためイナータンスチューブを流れる冷媒ガスを低温に維持することができる。故に冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を高くすることができ、パルス管の低温端で発生する冷凍量は大きくなり、パルス管冷凍機の冷凍能力を高めるのに有利となる。

【0023】

殊に、イナータンスチューブを流れる冷媒ガスが低温であると、イナータンスチューブの流路抵抗が小さくなり、イナータンスチューブ内を流動するガスの粘性損失を小さくでき、その結果、パルス管の高温端に流動する冷媒ガスの位相とガス量とを良好にすることができるので、冷凍能力が増大する。

【0024】

冷却要素としては伝熱性が良好な金属で形成することが好ましい。冷却要素としてはプレート为例示できる。プレートの形状は特に限定されない。イナータンスチューブに対する冷却性を高めるべく、冷却要素とイナータンスチューブとの熱的接触面積を大きくすることができる。

【0025】

(4) 第4様相の本発明のパルス管冷凍機は、

冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、
圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされた第1パルス管と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が第1パルス管の低温端よりも低温となる低温端で他端が高温端とされた第2パルス管と、

圧力波形発生装置と第1パルス管及び第2パルス管との間に設けられ第1パルス管及び／又は第2パルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、

第1パルス管の高温端に第1パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第1イナータンスチューブを介して連通する第1バッファタンクと、第2パルス管の高温端に第2パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第2イナータンスチューブを介して連通する第2バッファタンクとをもち、冷媒ガスの圧力波形の位相を冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

少なくとも第2パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、

第1パルス管の低温端に熱的に接触して第1パルス管の低温端からの冷凍で冷却される冷却要素を設け、冷却要素を第2バッファタンクに熱的に接触させていることを特徴とするものである。

【0026】

第4様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、第1パルス管の低温端に熱的に接触して第1パルス管の低温端からの冷凍で冷却される冷却要素が設けられている。このため冷却要素は、第1パルス管の低温端の冷凍で冷却される。

【0027】

更に第4様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、冷却要素を第2バッファタンクに熱的に接触しているため、第1パルス管の低温端からの冷凍で第2バッファタンクは冷却される。このため第2バッファタンク内の冷媒ガスを低温に維持することができる。このため冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を高くすることができ、パルス管の低温端で発生する冷凍量は大きくなり、パルス管冷凍機の冷凍能力を高めるのに有利となる。

【0028】

冷却要素は、第1パルス管の低温端に熱的に接触し、第1パルス管の低温端からの冷凍で冷却されるものである。冷却要素としては伝熱性が良好な金属（一般的にはアルミニウム合金、銅合金、鉄合金等）を用いて形成することが好ましい。冷却要素の形状としては特に限定されないが、プレート形状を例示できる。プレート形状は特に限定されない。第2バッファタンクに対する冷却性を高めるべく、冷却要素と第2バッファタンクとの熱的接触面積としては、大きくすることができる。

【0029】

(5) 第5様相の本発明のパルス管冷凍機は、
冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされた第1パルス管と、

圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が第1パルス管の低温端よりも低温となる低温端で他端が高温端とされた第2パルス管と、

圧力波形発生装置と第1パルス管及び第2パルス管との間に設けられ第1パルス管及び／又は前記第2パルス管に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器と、

第1パルス管の高温端に第1パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第1イナータンスチューブを介して連通する第1バッファタンクと、第2パルス管の高温端に前記第2パルス管の内径よりも小さい内径の流路をもつ第2イナータンスチューブを介して連通する第2バッファタンクとをもち、冷媒ガスの圧力波形の位相を冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、

少なくとも第2パルス管を収容する真空断熱室をもつ真空断熱槽とを具備するパルス管冷凍機において、第2イナータンスチューブの少なくとも一部を第1パルス管の低温端に熱的に接触させていることを特徴とするものである。

【0030】

第5様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、第2イナータンスチューブを第1パルス管の低温端に熱的に接触させている。この場合、第1パルス管の低温端からの冷凍で第2イナータンスチューブの少なくとも一部は冷却される。このため第2イナータンスチューブを流れる冷媒ガスを低温に維持することができる。

このため冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を高くすることができ、第2パルス管の低温端で発生する冷凍量は大きくなり、パルス管冷凍機の冷凍能力を高めるのに有利となる。

【0031】

殊に、第2イナータンスチューブの流路の内径は小さいため、第2イナータンスチューブの流路の内径が大きい場合に比較して、第2イナータンスチューブの外壁側を流れる冷媒ガスの他に、第2イナータンスチューブの中心側を流れる冷媒ガスをも効率よく冷却できるので、第2イナータンスチューブ内を流れる冷媒ガスの全体を効率よく冷却することができる。

【0032】

第5様相の本発明のパルス管冷凍機によれば、第2イナータンスチューブを第1パルス管の低温端にスパイラル形状に巻いて第1パルス管の低温端に熱的に接触させる形態を例示できる。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

【0034】

(第1実施形態)

第1実施形態を図1に示す。図1において、1はリニア駆動型の圧縮機で、ガス状の冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置として機能することができる。圧縮機1によれば、往復移動可能なピストン2とピストン3の間の空間が圧縮部4とされている。圧縮部4は配管5を介して放熱器6の一端6aに連通しており、放熱器6の他端6bは、金網等の蓄冷材7が充填してある第1蓄冷器8に接続されている。第1蓄冷器8の低温端8bには、第2蓄冷器10を接続する筒形状の接続部材9が設けられている。第2蓄冷器10の内部には、鉛や希土類等の球状の蓄冷機能を有する蓄冷材12が充填されている。第2蓄冷器10は第1蓄冷器8よりも低温に維持される。接続部材9の内部には流路部材11が配設されている。流路部材11は第1パルス管14及び第2パルス管20に連通しており、第1パルス管14に向かう冷媒ガス、第2パルス管20に向かう冷媒ガスが

流れる。

【0035】

図1に示すように、前記した接続部材9の円周面である外壁面に、冷媒通過用の配管13の一端13aが配設されている。配管13の他端13bは第1熱交換器15に連通している。第1熱交換器15は第1パルス管14の低温端14Lに設けられている。

【0036】

第1パルス管14は、冷媒ガスが流入できる中空室をもつ縦長の金属製の管状部材であり、圧縮部4で生成された圧力波形をもつ冷媒ガスが流入する。ここで、第1パルス管14の上端側（他端）が高温端14Hとされ、第1パルス管14の下端側（一端）が低温端16Lとされている。低温端16Lを下側に配置したのは、冷媒ガスの熱的対流を抑制するためである。

【0037】

図1に示すように、第1パルス管14の高温端14Hには、第1放熱器16の一端が接続され、第1放熱器16の他端は、第1連通管として機能する細長い配管で形成された金属製の第1イナータンスチューブ17の一端17aに接続されている。第1イナータンスチューブ17は電気回路のリアクタンスに相当する機能を有するものであり、その内径は第1パルス管14の内径よりも小さい。第1イナータンスチューブ17の他端17bは第1バッファタンク18に接続されている。第1バッファタンク18は容積が大きいタンク室18wをもつ。

【0038】

ここで、第1パルス管14の冷媒ガスが第1イナータンスチューブ17を介して第1バッファタンク18に対して行き来することにより、冷媒ガスの圧力波形の位相と圧力振幅が調整される。従って、第1イナータンスチューブ17及び第1バッファタンク18は、第1パルス管14の低温端14Lにおける冷凍生成のために、冷媒ガスの圧力波形の位相と圧力振幅を制御する圧力波形位相制御要素として機能することができる。

【0039】

図1に示すように、第2蓄冷器10の低温端10Lは、熱交換により冷媒ガス

を冷却できる機能を有する第2熱交換器30に配管19を介して連通している。第2熱交換器30は第2パルス管20の低温端20Lに配設されている。第2パルス管20は、冷媒ガスが流入できる縦長の中空室をもつ長い金属製の管状部材である。ここで、第2パルス管20の長さは第1パルス管14の長さよりも短く設定されている。また第2パルス管20の内径は第1パルス管14の内径よりも小さく設定されている。第2パルス管20の上端側が高温端20Hとされ、第2パルス管20の下端側が低温端20Lとされている。低温端20Lを下側にしたのは熱的対流を抑制するためである。

【0040】

第2パルス管20の高温端20Hには、冷却機能を有する第2放熱器21が設けられている。第2放熱器21は、接触部材9の円筒部9aの外面にフランジ部9bを介して熱的に接触している。前述したように接触部材9の円筒部9aの内面には、第1パルス管14の低温端14Lで発生した冷凍で冷却された冷媒ガスが流れる流路が設けられている。従って、第2放熱器21は、接触部材9の円筒部9aを流れる冷媒ガスによって冷却される。

【0041】

換言すれば、第2パルス管20の高温端20Hは第2放熱器21に熱的に接触しており、第2放熱器21により冷却されるため、結果として、第2パルス管20の高温端20Hは、第1パルス管14の低温端14Lで発生した冷凍で冷却されることになる。このように第2放熱器21により第2パルス管20の高温端20Hは低い温度に維持されるため、同一流量でも冷媒ガスの体積を小さくするのに有利となり、第2パルス管20の長さを短くすることができる。従って冷凍回路の圧縮比を高めるのに有利となり、第2パルス管20の低温端20Lで発生する冷凍量を従来技術よりも大きくすることができる。

【0042】

本実施形態によれば、図1に示すように、冷却要素として機能できるシールドプレート25が設けられている。シールドプレート25は、伝熱性が良好な金属製であり、図1に示すように、シールドプレート25の部位25mが第1パルス管14の低温端14Lに熱的に接触しているため、シールドプレート25は低温

に冷却される。

【0043】

冷却要素としてのシールドプレート 25 には、箱状のシールドケース 26 が熱的に接触している。シールドケース 26 は、シールドプレート 25 の下側に配置されており、シールド室 26 w を形成している。シールド室 26 w は真空断熱室 24 w に連通しており、真空断熱室 24 w と同様に高真空状態に維持される。

【0044】

図 2 に示すように、シールドプレート 25 には、細長い配管で形成された金属製の第 2 イナータンスチューブ 22 が熱的に接触して保持されている。第 2 イナータンスチューブ 22 は、第 2 バッファタンク 23 と第 2 パルス管 20 とを連通させる第 2 連通管として機能し、且つ、ガス流量の絞り機能を有するものであり、その内径は、第 2 パルス管 20 の内径よりも小さい。

【0045】

また図 1 に示すように、シールドプレート 25 に、第 2 バッファタンク 23 の上部 23 u が熱的に接触して保持されている。第 2 バッファタンク 23 はシールドプレート 25 の下面側に配置されている。第 2 バッファタンク 23 は容積が大きいタンク室 23 w をもつ。タンク室 23 w の容積は、第 1 バッファタンク 18 のタンク室 18 w の容積よりも小さくされている。上記したように第 2 バッファタンク 23 も、冷却要素としてのシールドプレート 25 に熱的に接触している。これにより第 2 バッファタンク 23 はシールドプレート 25 により冷却され、第 2 バッファタンク 23 内の冷媒ガスは低温に維持される。

【0046】

ここで、第 2 パルス管 20 の冷媒ガスが第 2 イナータンスチューブ 22 を介して第 2 バッファタンク 23 に対して行き来することにより、第 2 パルス管 20 に供給される冷媒ガスの圧力波形の位相と圧力振幅が調整される。従って、第 2 イナータンスチューブ 22 及び第 2 バッファタンク 23 は、第 2 パルス管 20 の低温端 20 L における冷凍生成のために、冷媒ガスの圧力波形の位相を制御する圧力波形位相制御要素として機能することができる。

【0047】

本実施形態によれば、図1に示すように、第2バッファタンク23は大気に配置されているのではなく、真空断熱槽24の真空断熱室24w内に配設されている。殊に、第2バッファタンク23は真空断熱槽24内のシールドケース26のシールド室26w内に設けられている。シールドケース26は、外部からの熱輻射の伝達を抑制する輻射熱伝達防止要素として機能する。

【0048】

このため第2バッファタンク23内の冷媒ガスを一層低い温度に保つことができる。真空断熱槽24の真空断熱室24w内は真空ポンプ24xに接続され、高真空状態（ 10^{-4} Torr以下 $\div 133 \times 10^{-4}$ Pa以下）に維持されている。真空断熱槽24は断熱性に優れている。

【0049】

なお、真空断熱槽2の壁体は、熱伝達を抑制する断熱性が高い材料で形成されている。シールドケース26は外部からの熱輻射を抑えるためのものであり、熱伝導の良い金属を基材として形成されている。

【0050】

本実施形態によれば、図1に示すように、シールドケース26のシールド室26w内には、第2バッファタンク23の他に、第2蓄冷器10、第2パルス管20、第2放熱器21が収容されており、これらと大気との熱的接触が防止されている。第1パルス管14はシールドケース26の外方で且つ真空断熱槽24内に収容されている。

【0051】

使用の際には、圧縮機1のピストン4、5が対向しつつ、ある周波数で往復運動する。これにより圧縮機1の圧縮部4内の冷媒ガスは、ピストン4、5と同一の周波数で圧縮され、冷媒ガス（一般的にはヘリウム）の圧力波形が生成される。そして、第1バッファタンク18と第1イナータンスチューブ17内のガス圧の共振周波数、第2バッファタンク23と第2イナータンスチューブ25内のガス圧の共振周波数は、ピストン5、6の動きとほぼ同一の周波数となるように寸法諸元が設定されている。これにより第1パルス管14の低温端14Lと第2パルス管20の低温端20Lとでは、ほぼスターリングサイクルに近い圧力波形が

得られ、第2パルス管20の低温端20Lにおいて理想に近い冷凍量を得ることが出来るように設定されている。

【0052】

ちなみに、運転状況にもよるが、第1パルス管14の低温端14Lでは40～100Kの冷凍が得られ、第2パルス管20の低温端20Lでは10～30Kの冷凍が得られる。運転状況にもよるが、真空断熱槽24とシールドケース26とは、真空断熱槽24からの伝導熱を妨げる機能を有し、シールドケース26のシールド室26wの温度は一般的には40～100K程度である。シールドケース26は真空断熱槽24からの輻射熱を防ぐ機能を有する。

【0053】

本実施形態によれば、第1パルス管14の低温端14Lで発生した冷凍によって低い温度になった冷媒ガスは、接触部材9の円筒部9aの内面を流れる。この結果、接触部材9は冷却されるので、接触部材9に熱的に接触する第2放熱器21が低い温度となる。ひいては第2放熱器21に熱的に接触する第2パルス管20の高温端20Hも、低い温度に維持され、ほぼ第1パルス管14の低温端14Lの温度に近い温度に維持される。

【0054】

このように本実施形態によれば、第2放熱器21により第2パルス管20の高温端20Hを低い温度に維持できるため、冷媒ガスのガス体積を小さくするのに有利となり、第2パルス管20の長さは、従来技術に係る第2パルス管の長さよりも短くでき、第2パルス管20の小型化を図り得る。

【0055】

以上説明したように本実施形態によれば、第2バッファタンク23は、真空断熱槽24の真空断熱室24w内に配設されているので、第2バッファタンク23と大気との熱的接触を抑えることができ、第2バッファタンク23を常時低い温度に保つことができる。

【0056】

殊に、図1に示すように、第2バッファタンク23は、真空断熱槽24内に配置されている熱絶縁性が高いシールドケース26のシールド室26w内に設けら

れているため、第2バッファタンク23を一層低い温度に保つことができ、ひいては第2バッファタンク23内の冷媒ガスも低い温度に保つことができる。

【0057】

このため本実施形態によれば、冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を一層高くするのに有利となり、第2パルス管20の低温端20Lで発生する冷凍量は大きくなり、パルス管冷凍機の冷凍能力を高めるのに有利となる。

【0058】

更に本実施形態によれば、第2バッファタンク23に対して冷媒ガスの流入及び流出を行う第2イナータンスチューブ22は、真空断熱槽24の真空断熱室24w内に第2バッファタンク23と共に配設されている。このため第2バッファタンク23と大気との熱的接触も抑えるばかりか、第2イナータンスチューブ22と大気との熱的接触も抑えることができ、第2イナータンスチューブ22を常時低い温度に保つことができる。

【0059】

殊に、図1に示すように、第2イナータンスチューブ22は真空断熱槽24内のシールドケース26のシールド室26w内に設けられているため、第2イナータンスチューブ22を一層低い温度に保つことができ、第2イナータンスチューブ22の冷媒ガスを低い温度に保つことができる。このため本実施形態によれば、冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を一層高くするのに有利となり、第2パルス管20の低温端20Lで発生する冷凍量は大きくなる。

【0060】

更にまた本実施形態によれば、第2イナータンスチューブ22は冷却要素としてのシールドプレート25に熱的に接触しているため、第2イナータンスチューブ22は、第1パルス管14の低温端14Lで発生した冷凍によりシールドプレート25を介して冷却できる。殊に、第2イナータンスチューブ22の流路の内径は小さいため、第2イナータンスチューブ22の外周側を流れる冷媒ガスばかりか、第2イナータンスチューブ22の中心軸芯側を流れる冷媒ガスもシールドプレート25で冷却できる。従って、第2イナータンスチューブ22を流れる冷媒ガスの全体を効率よく冷却することができる。

【0061】

即ち本実施形態によれば、第2イナータンスチューブ22の冷媒ガスをシールドプレート25で効率よく冷却することができるため、第2イナータンスチューブ22を流れる冷媒ガスを一層低い温度に保つことができる。故に、冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を一層高くするのに有利となり、第2パルス管20の高温端20Hはさらに低い温度になり、第2パルス管20の低温端20Lで発生する冷凍量はさらに向上する。

【0062】

上記したように第2イナータンスチューブ22内の冷媒ガスを低温側に冷却できれば、第2バッファタンク23と第2イナータンスチューブ25内のガス圧の共振周波数のピークを明瞭化でき、第2パルス管20の低温端20Lで発生する冷凍量を向上させるのに有利となる。

【0063】

加えて本実施形態によれば、第2バッファタンク23は、冷却要素としてのシールドプレート25に熱的に接触しており、シールドプレート25を介して、第1パルス管14の低温端14Lで発生した冷凍で冷却される。このため第2バッファタンク23の冷媒ガスを一層低い温度に保つことができる。故に、冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を一層高くするのに有利となり、第2パルス管20の高温端20Hはさらに低い温度になり、第2パルス管20の低温端20Lで発生する冷凍量はさらに向上する。

【0064】

以上説明したように本実施形態によれば、冷凍回路内の冷媒ガスの圧縮比を高くするのに有利であるため、第2パルス管20の容積を従来技術に係る第2パルス管の容積よりも小さくできる。これにより第2パルス管20の長さを短縮することができる。このため第2パルス管20の振動を抑制する面で有利であり、パルス管冷凍機を振動環境において使用するのに適する。

【0065】

なお、上記した実施形態によれば、図1に示すように、第2パルス管20の高温端20Hに設けた第2放熱器21を接触部材9に熱接触させているが、これに

限らず、第2放熱器21を第1パルス管14の低温端14Lに直接的に熱接触させても良い。

【0066】

また、上記した実施形態は、2段パルス管冷凍機に適用した例であるが、これに限らず、3段以上のパルス管冷凍機に適用しても良いものである。

(第2実施形態)

図3は第2実施形態を示す。第2実施形態は第1実施形態の変形形態である。第2実施形態は第1実施形態と基本的には同様の構成であり、基本的には同様の作用効果を奏する。共通する部位には共通の符号を付する。以下、第1実施形態と相違する部分を中心として説明する。即ち、第1実施形態の第1熱交換器15と配管13との間にサブ蓄冷器40を設けている。そしてサブ蓄冷器40の高温端に、冷却要素としてのシールドプレート25を設けている。このような第2実施形態によれば、第1パルス管14で発生する冷凍の温度が十分低く、第2パルス管20の高温端20Hの温度が第1パルス管14の低温端14Lの温度よりも高くても良い場合の形態例である。

【0067】

(第3実施形態)

図4は第3実施形態を示す。第3実施形態は第1実施形態の変形形態である。第3実施形態は第1実施形態と基本的には同様の構成であり、基本的には同様の作用効果を奏する。共通する部位には共通の符号を付する。以下、第1実施形態と相違する部分を中心として説明する。即ち、図4に示すように、第2バッファタンク23は、冷却要素としてのシールドプレート25に熱的に接触しており、シールドプレート25を介して、第1パルス管14の低温端14Lで発生した冷凍で冷却される。このため第2バッファタンク23の冷媒ガスを一層低い温度に保つことができる。図4に示すように、シールドプレート25は、第2バッファタンク23に向けて曲成され第2バッファタンク23の外壁面に熱的に接触する伝熱促進用のフランジ部25rをもつ。伝熱促進用のフランジ部25rは、第2バッファタンク23との接触部分を増加させるためのものである。

【0068】

(第4実施形態)

図5は第4実施形態を示す。第4実施形態は第1実施形態の変形形態である。第4実施形態は第1実施形態と基本的には同様の構成であり、基本的には同様の作用効果を奏する。共通する部位には共通の符号を付する。以下、第1実施形態と相違する部分を中心として説明する。即ち、第2バッファタンク23の大部分は真空断熱槽24内に配置されているが、第2バッファタンク23の一部のみが真空断熱槽24から露出している。ただし、第2バッファタンク23のうち、真空断熱槽24から露出している部分には、断熱性に優れた断熱材23mが配置されている。断熱材23mは、第2バッファタンク23内の冷媒ガスの昇温を抑える。

【0069】

(第5実施形態)

図6は第5実施形態を示す。第5実施形態は第1実施形態の変形形態である。第5実施形態は第1実施形態と基本的には同様の構成であり、基本的には同様の作用効果を奏する。以下、第1実施形態と相違する部分を中心として説明する。共通する部位には共通の符号を付する。即ち、第2バッファタンク23は真空断熱槽24内に配置されているが、第2バッファタンク23から突出した管状部23xのみが真空断熱槽24から露出している。管状部23xには、第2バッファタンク23内の冷媒ガスの圧力や温度等の物理量を検出するためのセンサ等の計器23kが必要に応じて取り付けられる。

【0070】

(第6実施形態)

図7は第6実施形態を示す。第6実施形態は第1実施形態の変形形態である。第6実施形態は第1実施形態と基本的には同様の構成であり、基本的には同様の作用効果を奏する。以下、第1実施形態と相違する部分を中心として説明する。即ち、第2イナータンスチューブ22の長さは長いため、有効利用すべく、第2イナータンスチューブ22の全部または一部は、第1パルス管14の低温端14Lに巻回されている。第2イナータンスチューブ22は、第1パルス管14の低温端14L（冷却要素）で発生した冷凍で冷却される。

【0071】

【発明の効果】

本発明によれば、パルス管の低温端で発生する冷凍能力を高めるのに有利なパルス管冷凍機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態に係り、パルス管冷凍機概念を示す構成図である。

【図2】 第1実施形態に係り、第2インナータンスチューブとシールドプレートとの接触部分を示す構成図である。

【図3】 第2実施形態に係り、パルス管冷凍機概念を示す構成図である。

【図4】 第3実施形態に係り、第2バッファタンクとシールドプレートとの接触状態を示す構成図である。

【図5】 第4実施形態に係り、第2バッファタンク付近を示す構成図である。

【図6】 第5実施形態に係り、第2バッファタンク付近を示す構成図である。

【図7】 第6実施形態に係り、第1バッファタンクの低温端に第2インナータンスチューブを巻いている状態を示す構成図である。

【図8】 従来技術に係り、パルス管冷凍機概念を示す構成図である。

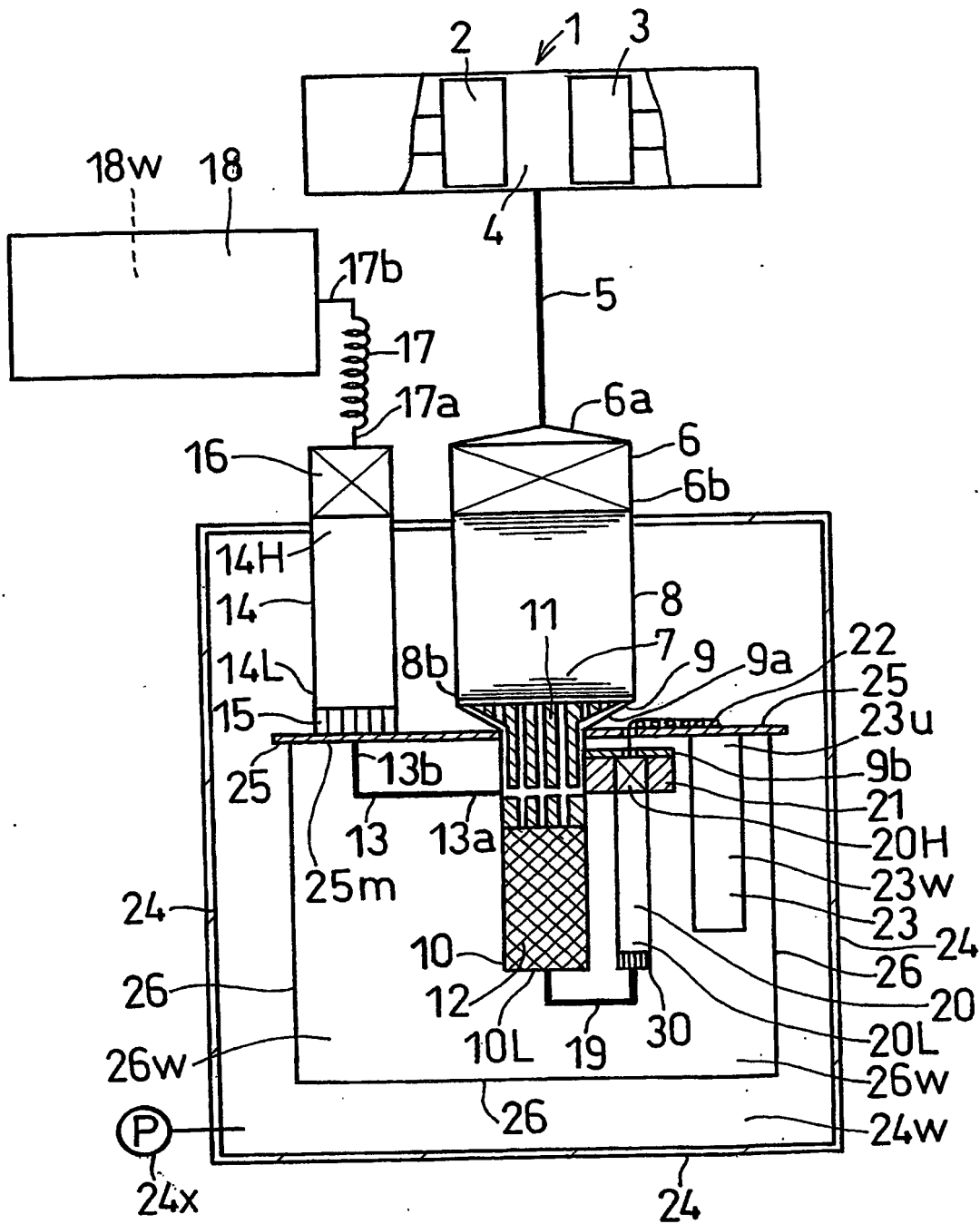
【図9】 従来技術に係り、パルス管冷凍機概念を示す構成図である。

【符号の説明】

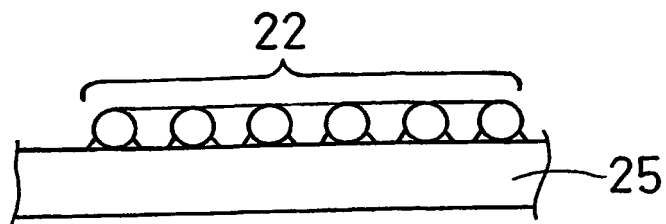
図中、1は圧縮機（圧力波形発生装置）、6は放熱器、7は蓄冷器、10は第2蓄冷器、9は接続部材、14は第1パルス管、17は第1インナータンスチューブ、20は第2パルス管、18は第1バッファタンク、22は第2インナータンスチューブ、23は第2バッファタンク、24は真空断熱槽、25はシールドプレート（冷却要素）を示す。

【書類名】 図面

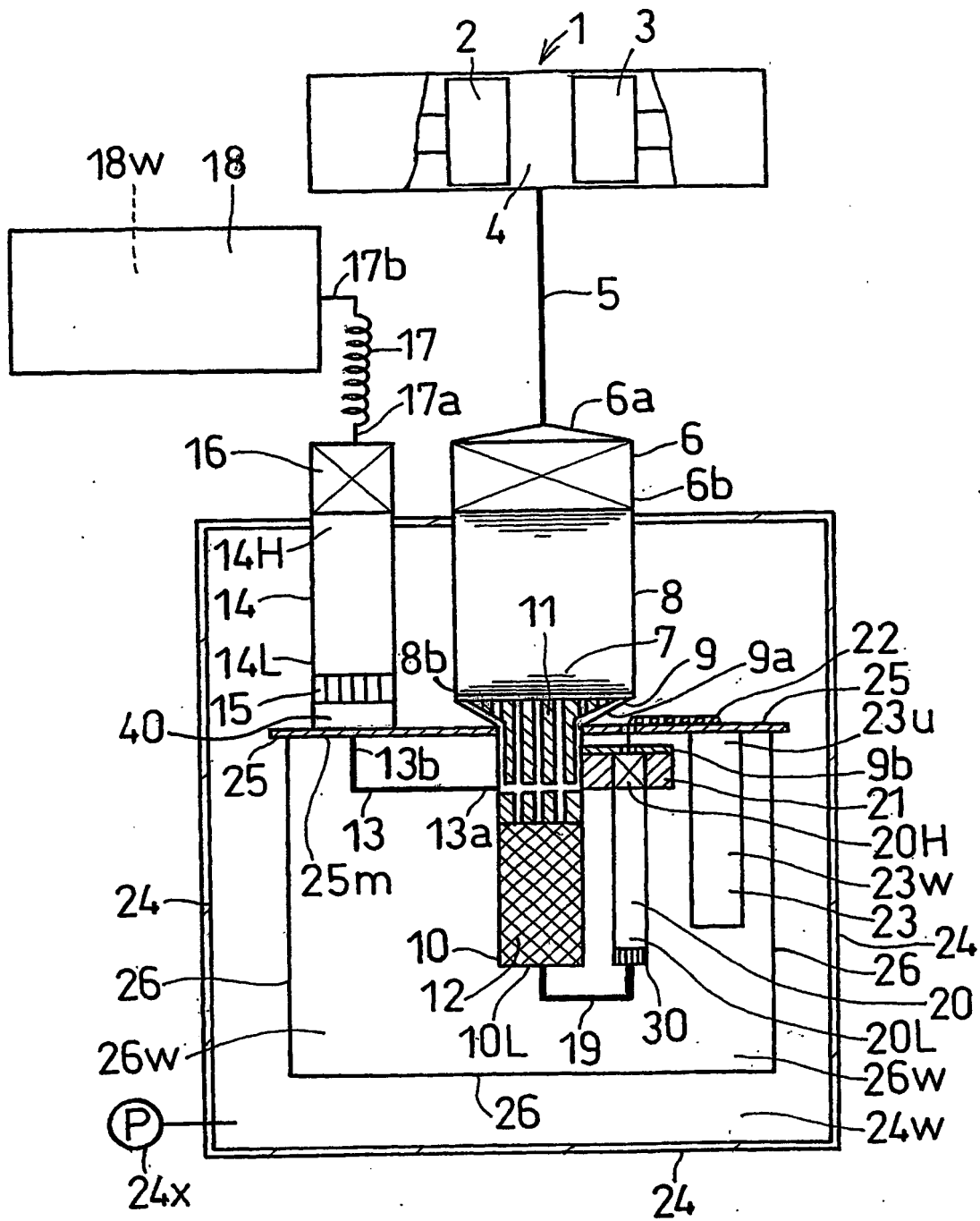
【図 1】



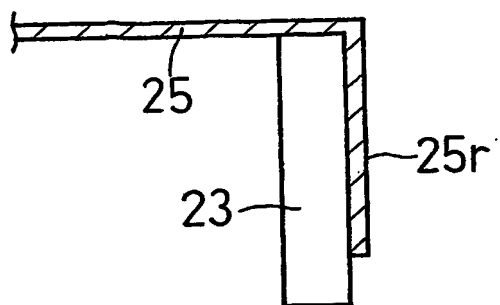
【図 2】



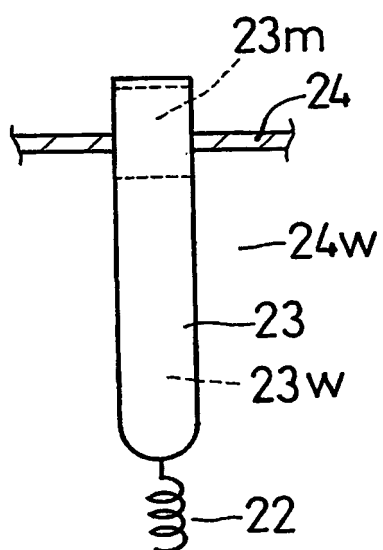
【図 3】



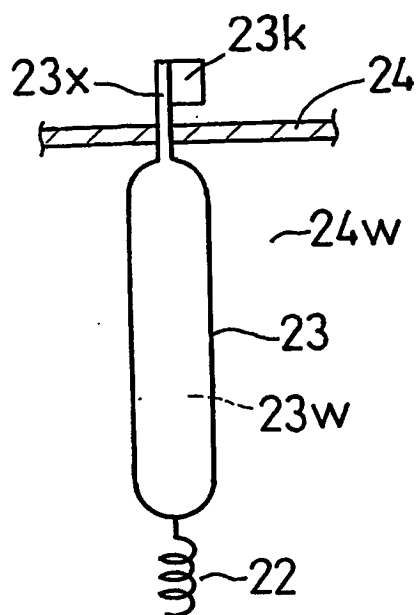
【図 4】



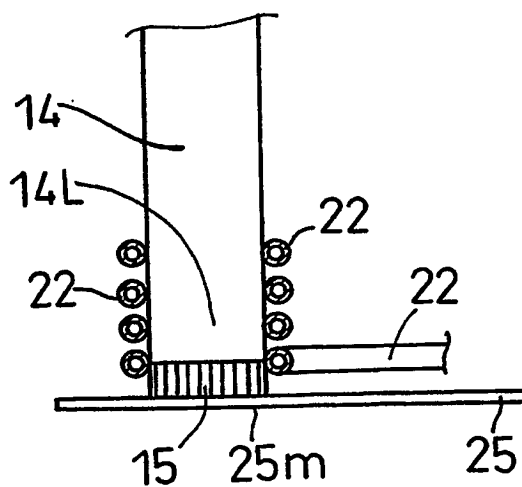
【図 5】



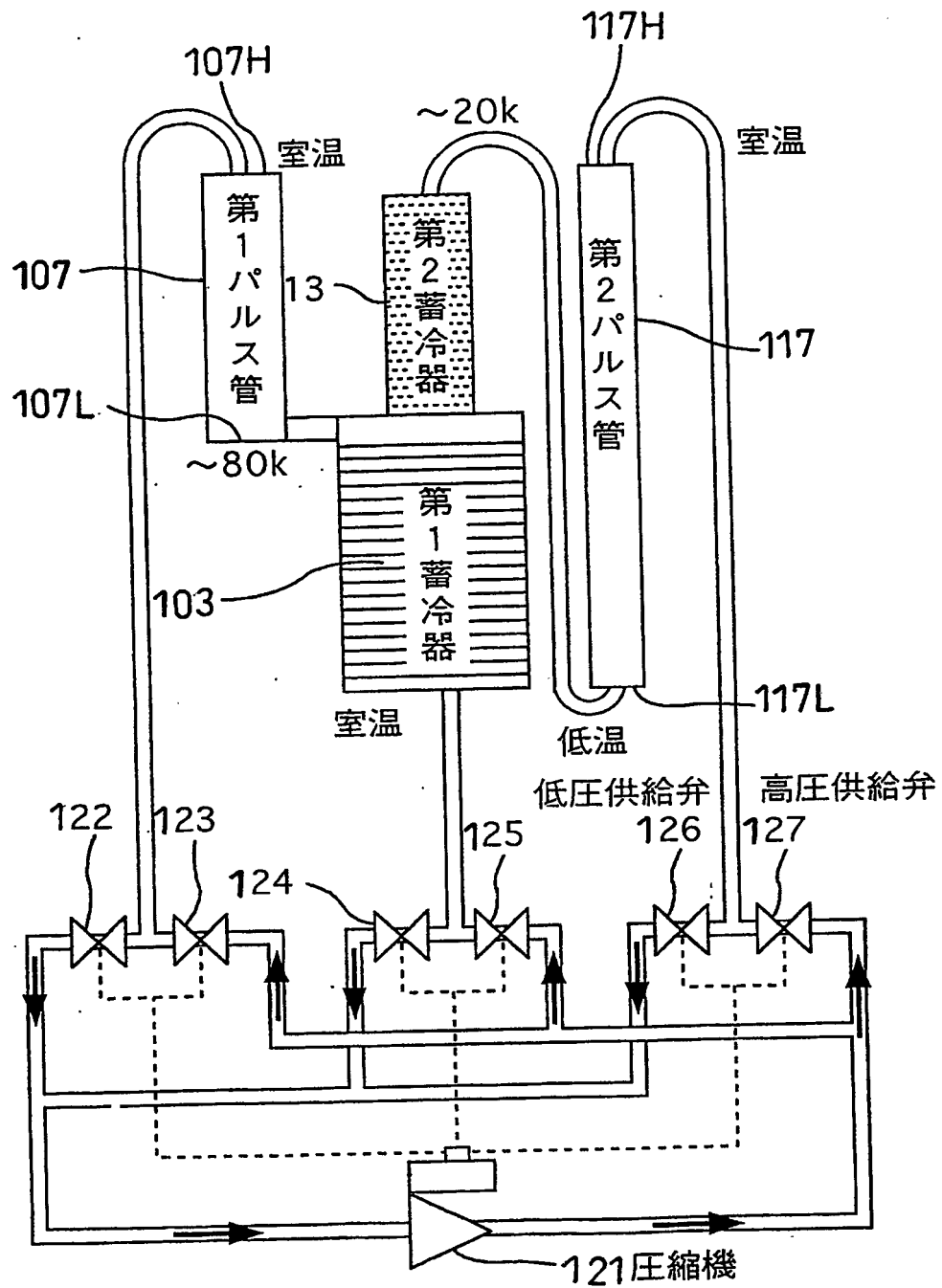
【図6】



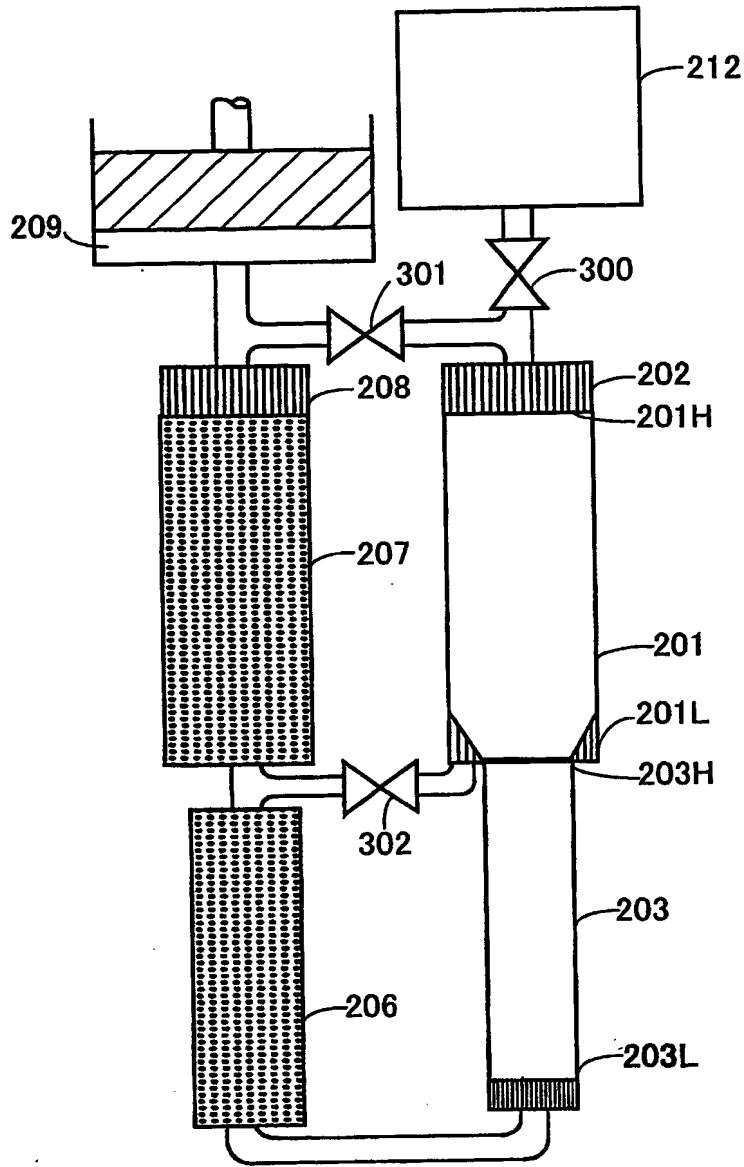
【図7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 冷凍能力を高めるのに有利なパルス管冷凍機を提供することにある。

【解決手段】 パルス管冷凍機は、冷媒ガスの圧力波形を生成する圧力波形発生装置 1 と、圧力波形をもつ冷媒ガスが流入し一端が低温端で他端が高温端とされたパルス管 14, 20 と、パルス管 14, 20 に流入させる冷媒ガスを予冷する蓄冷器 8, 10 と、パルス管 20 の高温端に連通するバッファタンク 23 をもち冷媒ガスの圧力波形の位相をパルス管 20 の低温端における冷凍生成のために制御する圧力波形位相制御要素と、パルス管 20 を収容する真空断熱室 24 w をもつ真空断面槽 24 とを具備する。バッファタンク 23 は真空断熱槽 24 の真空断熱室 24 w 内に配置されている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 8 5 6 5 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 0 1 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

氏 名 アイシン精機株式会社

特願 2 0 0 3 - 0 8 5 6 5 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 2 1 5 7 7]

1. 変更新月日

1 9 9 0 年 1 1 月 1 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市中村区名駅 1 丁目 1 番 4 号

氏 名

東海旅客鉄道株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.